

УДК 662.613.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ ОКСИДА КАЛЬЦИЯ НА ПРИБОРЕ ТГА

Е. А. Ткаченко¹, П. В. Осипов², Т. Ф. Богатова³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ 07katya007@mail.ru

Аннотация. В настоящее время идет развитие направления карбонизации минералов для улавливания и связывания углекислого газа (CO_2). Объектом исследования является CaO , по физико-химическим показателям соответствующий ГОСТ 8677–76. Методом термогравиметрического анализа проведены экспериментальные исследования процесса взаимодействия образца CaO с характерными газовыми компонентами уходящих газов тепловых электростанций (ТЭС). Получены данные по температурным режимам взаимодействия CaO с указанными газами-реагентами.

Ключевые слова: минеральная карбонизация, улавливание CO_2 , термогравиметрический анализ

EXPERIMENTAL STUDY OF THE PROCESS OF CALCIUM OXIDE CARBONIZATION ON A TGA DEVICE

E. A. Tkachenko¹, P. V. Osipov², T. F. Bogatova³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ 07katya007@mail.ru

Abstract. Currently, the development of the direction of carbonization of minerals is under way to capture and fix carbon dioxide (CO_2). The object of the study is CaO in terms of physicochemical parameters corresponding to GOST 8677–76. The method of thermogravimetric analysis was used to experimentally study the interaction of the CaO sample with the characteristic gas components of the thermal power plant exhaust gases. Data were obtained on the temperature regimes of interaction of CaO with the indicated reagent gases.

Keywords: mineral carbonation, CO_2 capture, thermogravimetric analysis

Методы улавливания, использования и хранения углерода (CCUS) включают ряд технологий, которые потенциально могут значительно снизить выбросы CO_2 от энергетических объектов. Одним из технологических решений является связывание CO_2 посредством образования относительно стабильных и доброкачественных карбонатных минералов. Богатые кальцием промышленные твердые отходы и остатки представляют собой потенциальный источник высокореакционных оксидов без необходимости предварительной обработки [1].

Карбонизация минералов — это постоянный и безопасный способ хранения CO_2 , который не вызывает потенциальных опасений по поводу долгосрочного мониторинга и вопросов ответственности, таких как геологическое хранение. Карбонизация — многообещающий вариант с точки зрения имеющихся ресурсов и повышенной безопасности, но технология еще находится в зачаточном состоянии и требует проведения дальнейших исследований [2].

Для изучения комплексного процесса карбонизации свободных оксидов кальция из минеральной части зол тепловых электростанций (ТЭС) на начальном этапе были проведены экспериментальные исследования взаимодействия чистого для анализа CaO с различными газами-реагентами (H_2O , CO_2 , N_2). Эксперименты проводились в анализаторе NETZSCH STA 449 F3 методом термогравиметрического анализа (ТГА) с целью выявить характерные температурные диапазоны. Параметры экспериментов приведены в таблице.

Таблица

Параметры эксперимента

Номер опыта	Масса навески, мг	Состав дутья, % об.	Температурная программа	Скорость нагрева, К/мин
1	30	50 % N_2 + 50 % H_2O	Нагрев до 1000 °С	20
2	30	50 % N_2 + 50 % H_2O	Нагрев до 650 °С	20
		50 % CO_2 + 50 % H_2O	Нагрев от 650 до 1000 °С	

Во время разогрева печи весами анализатора фиксировалось изменение массы навески, масс-спектрометром записывался газовый состав уходящих продуктов.

Результаты опыта № 1 представлены на рис. 1. Процесс гидратации образца проходил в диапазоне 217–465 °С, при дальнейшем нагреве наблюдается обратный процесс с резким снижением массы. Дальнейшее сниже-

ние массы в диапазоне температур 522–622 °С и выделение CO_2 связаны с разложением примесей, содержащихся в исходном образце.

В опыте № 2 температурная программа не отличалась, но при достижении 650 °С происходило переключение состава дутья с N_2 на CO_2 . Как видно из результатов опыта № 2 (рис. 2), до переключения состава дутья процесс изменения массы аналогичен опыту № 1. После переключения газов с N_2 на CO_2 начинается резкий рост массы за счет процесс карбонизации CaO с образованием карбоната кальция. При достижении температуры 825 °С происходит разложение карбонатов.

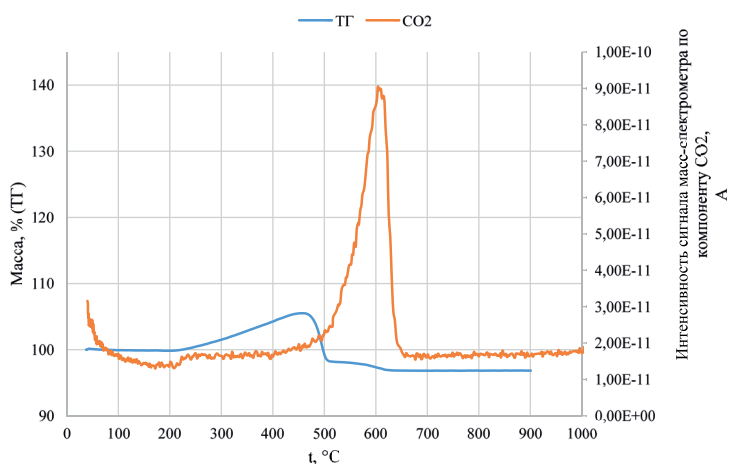


Рис. 1. Данные термического и газового анализа для опыта № 1

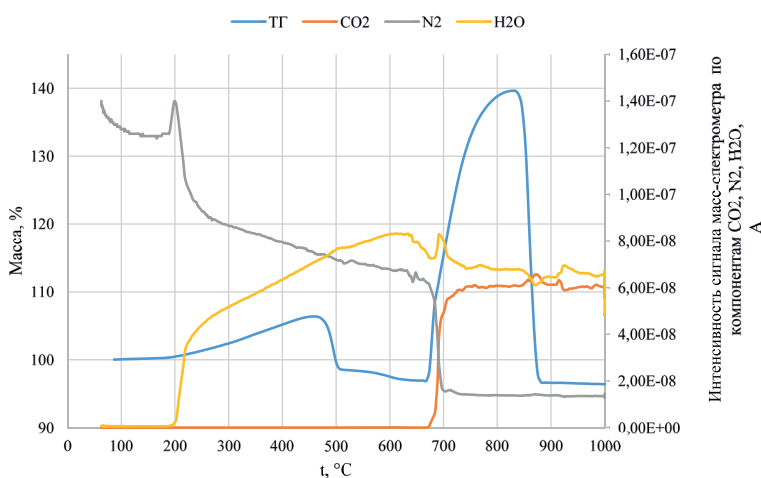


Рис. 2. Данные термического и газового анализа для опыта № 2

В результате исследования получены характерные температурные режимы взаимодействия СаО в среде пара, азота и углекислого газа. Данные могут быть использованы для оценки фактической эффективности карбонизации основных компонентов зол ТЭС в ходе минерализации CO_2 . Сочетания процессов получения свободных оксидов кальция в минеральной части сжигаемого твердого топлива и химического насыщения их CO_2 из продуктов сгорания позволяет организовать малоотходный процесс на тепловой станции.

Список источников

1. Mineral carbonation for carbon sequestration in cement kiln dust from waste piles [Electronic resource] / D. N. Huntzinger [et al.] // Journal of Hazardous Materials. 2009. Vol. 168, iss. 1. P. 31–37. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.01.122 (date of access: 10.11.2020).
2. A review of mineral carbonation technologies to sequester CO_2 [Electronic resource] / A. Sanna [et al.] // Chemical Society Reviews. 2014. Vol. 46, iss. 6. P. 8049–8080. DOI: 10.1039/c4cs00035h (date of access: 10.11.2020).